

## CUTTING TOOL MADE OF SURFACE COATED CEMENTED CARBIDE IN WHICH HARD COATING LAYER HAS EXCELLENT WEAR RESISTANCE

Patent Number: JP11310867

Publication date: 1999-11-09

Inventor(s): SUDO TOSHIKATSU; TANAKA.TETSUYA; SAKURAI KEIICHI

Applicant(s): MITSUBISHI MATERIALS CORP

Requested Patent:  JP11310867

Application Number: JP19980116796 19980427

Priority Number(s):

IPC Classification: C23C14/06; B23B27/14

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cutting tool made of surface coated cemented carbide in which a hard coating layer has excellent wear resistance.

**SOLUTION:** A coated cemented carbide tool is the one in which the surface of a tungsten carbide base cement carbide substrate is physical vapor-deposited with a hard coating layer composed of a singly layer or composite layers consisting of either or both of a (Ti, Al)N layer and a (Ti, Al)CN layer having the compositional formulae for forming arc ion plating:  $(Ti_{1-x}Al_x)N$  and  $(Ti_{1-x}Al_x)C_{1-y}N_{1-y}$  where, by atomic ratio, (x) denotes 0.3 to 0.7, and (y) denotes 0.5 to 0.99} by the average layer thickness of 3 to 20  $\mu m$ . In this case, in X-ray diffraction for the cemented carbide tool using a CuK $\alpha$  ray as a radiation source, the diffraction peak shown in the angle of diffraction ( $2\theta$ ) in the range of 42.5 to 44.5 degrees in the hard coating layer shows the X-ray diffraction pattern of the three continuous peak shapes of the main peak and peaks on both sides thereof connected thereto.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-310867  
(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.CI. C23C 14/06  
B23B 27/14

(21)Application number : 10-116796 (71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP.  
(22)Date of filing : 27.04.1998 (72)Inventor : SUDO TOSHIKATSU

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP.  
(72)Inventor : SUDO TOSHIKATSU  
TANAKA TETSUYA  
SAKURAI KEIICHI

(54) CUTTING TOOL MADE OF SURFACE COATED CEMENTED CARBIDE IN WHICH HARD COATING LAYER HAS EXCELLENT WEAR RESISTANCE

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cutting tool made of surface coated cemented carbide in which a hard coating layer has excellent wear resistance.

**SOLUTION:** A coated cemented carbide tool is the one in which the surface of a tungsten carbide base cement carbide substrate is physically vapor-deposited with a hard coating layer composed of a single layer or composite layers consisting of either or both of a  $(\text{Ti}, \text{Al})\text{N}$  layer and a  $(\text{Ti}, \text{Al})\text{CN}$  layer having the compositional formulae for forming arc ion plating:  $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$  and  $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{C}_{1-y}\text{N}_{1-y}$  {where, by atomic ratio, (x) denotes 0.3 to 0.7, and (y) denotes 0.5 to 0.99} by the average layer thickness of 3 to 20  $\mu\text{m}$ . In this case, in X-ray diffraction for the cemented carbide tool using a  $\text{CuK}\alpha$  ray as a radiation source, the diffraction peak shown in the angle of diffraction ( $2\theta$ ) in the range of 42.5 to 44.5 degrees in the hard coating layer shows the X-ray diffraction pattern of the three continuous peak shapes of the main peak and peaks on both sides thereof connected thereto.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-310867

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

C 23 C 14/06  
B 23 B 27/14

識別記号

F I

C 23 C 14/06  
B 23 B 27/14

H  
A

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平10-116796

(22)出願日

平成10年(1998)4月27日

(71)出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72)発明者 須藤・俊克

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(72)発明者 田中・徹也

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(72)発明者 桜井・恵一

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(74)代理人 弁理士 富田・和夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を有する表面被覆超硬合金製切削工具

(57)【要約】

【課題】 硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を有する表面被覆超硬合金製切削工具を提供する。

【解決手段】 炭化タングステン基超硬合金基体の表面上に、アーキオノンプレーティング形成の組成式：(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)Nおよび同(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub>（ただし、原子比で、xは0.3～0.7、yは0.5～0.99を示す）を有する(Ti,A<sub>1</sub>)N層および(Ti,A<sub>1</sub>)CN層のうちのいずれか、または両方で構成された単層または複層からなる硬質被覆層を3～20μmの平均層厚で物理蒸着してなる被覆超硬工具にして、CuKα線を線源として用いた上記被覆超硬工具のX線回折で、上記硬質被覆層が、42.5～44.5度の範囲内の回折角(2θ)に現れる回折ピークが主ピークとこれに連なる左右ピークの3連続ピーク形状のX線回折パターンを示してなる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭化タングステン基超硬合金基体の表面に、アーカイオンプレーティング形成の組成式：(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)Nおよび同(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub>（ただし、原子比で、xは0.3～0.7、yは0.5～0.99を示す）を有するTiとAlの複合窒化物およびTiとAlの複合炭窒化物のうちのいずれかで構成された単層または両方で構成された複層からなる硬質被覆層を3～20μmの平均層厚で物理蒸着してなる表面被覆超硬合金製切削工具にして、Cu kα線を線源として用いた上記表面被覆超硬合金製切削工具のX線回折で、上記硬質被覆層が、42.5～44.5度の範囲内の回折角(2θ)に現れる回折ピークが主ピークとこれに連なる左右ピークの3連続ピーク形状のX線回折パターンを示すことを特徴とする硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を有する表面被覆超硬合金製切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を有し、例えば鋼の高速断続切削である高速フライス切削に用いた場合にもすぐれた耐摩耗性を発揮し、工具寿命の延命化を可能ならしめる表面被覆超硬合金製切削工具（以下、被覆超硬工具と云う）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、一般に、例えば図1に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種であるアーカイオンプレーティング装置を用い、ヒータで装置内を、例えば雰囲気を5～30mtorrの真空として、300～700°Cの温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有するTi-A1合金ターゲットがセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、電圧：10～50V、電流：80～100Aの条件でアーカ放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガス、または窒素ガスとメタンガスを導入し、一方炭化タングステン（以下、WCで示す）基超硬合金からなる基体（以下、超硬基体と云う）には、-150～-300Vのバイアス電圧を印加した条件で、前記超硬基体の表面に、例えば特開昭62-56565号公報に記載されるように、TiとAlの複合窒化物〔以下、(Ti,A1)Nで示す〕および複合炭窒化物〔以下、(Ti,A1)CNで示す〕のうちのいずれか、あるいは両方で構成された単層または複層の硬質被覆層を3～20μmの平均層厚で蒸着することにより被覆超硬工具を製造することが知られている。また、上記従来被覆超硬工具は、Cu kα線を線源として用いたX線回折で、例えば上記硬質被覆層が(Ti,A1)N層である場合、図2に例示されるX線回折パターンを示し、図示される通り35.5～37.5度、42.5～44.5度、および61.5～64.5

度のそれぞれの範囲内の回折角(2θ)に回折ピークが現れる〔硬質被覆層が(Ti,A1)CN層である場合も同様な回折パターンを示す〕ことも知られている。さらに、これらの従来被覆超硬工具が、例えば鋼などの連続切削や断続切削に用いられることも良く知られるところである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一方、近年、切削加工は、切削機械の高性能化および高出力化と相まって高速化の傾向にあるが、上記の従来被覆超硬工具においては、これを高速切削、例えば鋼の高速断続切削である高速フライス切削に用いた場合には、切刃の摩耗進行が著しく促進されるようになることから、比較的短時間で使用寿命に至り、省力化およびエネルギーの面からも望ましくないのが現状である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者等は、上述のような観点から、上記の従来被覆超硬工具を構成する硬質被覆層に着目し、特にこれの耐摩耗性向上を図るべく研究を行った結果、被覆超硬工具の硬質被覆層を構成する(Ti,A1)N層および(Ti,A1)CN層を、上記の通り図3に例示されるアーカイオンプレーティング装置を用いて形成するに際して、Ti-A1合金ターゲットと共に、Tiターゲットをターゲット面を同じくして配置し、これら2種のターゲットとアノード電極間に同時にアーカ放電を発生させ、

Ti-A1合金ターゲットのアーカ放電電流：80～100A（上記の従来条件と同じ）、

Ti-A1合金ターゲットのアーカ放電電圧：10～50V（上記の従来条件と同じ）、

Tiターゲットのアーカ放電電流：10～40A、

Tiターゲットのアーカ放電電圧：10～50V、

反応ガス：窒素ガス、または窒素ガスとメタンガス（上記の従来条件と同じ）、

雰囲気圧力（真空度）：5～30mtorr（上記の従来条件と同じ）、

雰囲気温度：300～700°C（上記の従来条件と同じ）、

超硬基体へのバイアス電圧：(-400～-500V)と(-10～30V)の2種類の高低電圧を1～5Hzの周波数で繰り返し印加、とした条件で、組成式：(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)Nおよび同(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub>（ただし、原子比で、xは0.3～0.7、yは0.5～0.99を示す）を満足する(Ti,A1)N層および(Ti,A1)CN層を形成すると、この結果の被覆超硬工具は、Cu kα線を線源として用いたX線回折で、X線回折パターンにおける42.5～44.5度の範囲内の回折角(2θ)に現れる回折ピークが、例えば上記硬質被覆層が(Ti,A1)N層である場合のX線回折パターンが図1に例示される通り、主ピークとこれ

に連なる左右ピークの3連続ピーク形状を示すようになり、これを高速切削、例えば鋼の高速断続切削である高速フライス切削に用いた場合にも、切刃の摩耗進行が著しく抑制され、すぐれた耐摩耗性を発揮するようになるという研究結果を得たのである。

【0005】この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、超硬基体の表面に、アーキオノンプレーティング形成の組成式：(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)Nおよび同(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub>（ただし、原子比で、xは0.3～0.7、yは0.5～0.99を示す）を有する(Ti,A<sub>1</sub>)N層および(Ti,A<sub>1</sub>)CN層のうちのいずれか、または両方で構成された単層または複層からなる硬質被覆層を3～20μmの平均層厚で物理蒸着してなる被覆超硬工具にして、CuKα線を線源として用いた上記被覆超硬工具のX線回折で、上記硬質被覆層が、42.5～44.5度の範囲内の回折角(2θ)に現れる回折ピークが主ピークとこれに連なる左右ピークの3連続ピーク形状のX線回折パターンを示してなる、硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を有する被覆超硬工具に特徴を有するものである。

【0006】なお、この発明の被覆超硬工具において、硬質被覆層を構成する(Ti,A<sub>1</sub>)Nおよび(Ti,A<sub>1</sub>)CNにおけるA<sub>1</sub>はTiCNに対して硬さを高め、もって耐摩耗性を向上させるために固溶するものであり、したがって組成式：(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)Nおよび同(Ti<sub>1-x</sub>A<sub>1x</sub>)C<sub>1-y</sub>N<sub>y</sub>のx値が0.3未満では所望の耐摩耗性を確保することができず、一方その値が0.7を越えると、切刃に欠けやチッピングが発生し易くなると云う理由によりx値を0.3～0.7（原子比）と定めたのである。また、(Ti,A<sub>1</sub>)CN層におけるC成分には、硬さを向上させる作用があるので、(Ti,A<sub>1</sub>)CN層は上記(Ti,A<sub>1</sub>)N層に比して相対的に高い硬さをもつが、この場合C成分の割合が0.01未満、すなわちy値が0.99を越えると所定の硬さ向上効果が得られず、一方C成分の割合が0.5を越える、すなわちy値が0.5未満になると韌性が急激に低下するようになることから、y値を0.5～0.99、望ましくは0.55～0.9と定めた。硬質被覆層の平均層厚を3～20μmとしたのは、その層厚が3μm未満では所望のすぐれた耐摩耗性を確保することができず、一方その層厚が20μmを越えると切刃に欠けやチッピングが発生し易くなると云う理由によるものであり、望ましくは5～10μmの平均層厚とするのがよい。さらに、この発明の被覆超硬工具に、この使用前および使用後の識別を容易にするために、最表面層として黄金色の色調を有する窒化チタン(TiN)層を0.1～1μmの平均層厚で蒸着してもよい。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】について、この発明の被覆超硬工具ターゲット：Cu、

を実施例により具体的に説明する。原料粉末として、いずれも1～3μmの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>粉末、TiN粉末、Ta<sub>2</sub>N粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、1.5ton/cm<sup>2</sup>の圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を真空中、温度：1400℃に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.05のホーニング加工を施してISO規格・SPG N120312のチップ形状をもったWC基超硬合金製の超硬基体1～10を形成した。

【0008】ついで、これら超硬基体1～10を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図3に例示される通常のアーキオノンプレーティング装置に装入し、一方カソード電極（蒸発源）として種々の成分組成をもったTi-A<sub>1</sub>合金ターゲットとTiターゲットをターゲット面を同じくして装着し、まず、装置内を排気して1×10<sup>-5</sup>torrの真空に保持しながら、ヒーターで装置内を500℃に加熱した後、Arガスを装置内に導入して1×10<sup>-3</sup>torrのAr雰囲気とし、この状態で前記超硬基体に-800Vのバイアス電圧を印加して超硬基体表面をArガスボンバート洗浄し、ついで、

Ti-A<sub>1</sub>合金ターゲットのアーク放電電流：100A、

Ti-A<sub>1</sub>合金ターゲットのアーク放電電圧：25V、

Tiターゲットのアーク放電電流：10A、

Tiターゲットのアーク放電電圧：15V、

反応ガス：窒素ガス、または窒素ガスとメタンガス、

雰囲気圧力（真空度）：30mtoorr、

雰囲気温度：450℃、

超硬基体へのバイアス電圧：-450Vと-20Vの高低電圧を2Hzの周波数で繰り返し印加、とした条件で、前記超硬基体1～10のそれぞれの表面に、表2、3に示される組成および平均層厚をもった硬質被覆層を蒸着することにより本発明被覆超硬工具1～18をそれぞれ製造した。

【0009】また、比較の目的で、Tiターゲットを用い、かつ超硬基体へのバイアス電圧の印加を-100V一定とする以外は同一の条件で、上記本発明被覆超硬工具1～18のそれぞれに対応する組成および平均層厚（これらは上記本発明被覆超硬工具1～18のそれほどとんど変わらない結果を示したので、その記載を省略する）をもった硬質被覆層を蒸着することにより従来被覆超硬工具1～18をそれぞれ製造した。

【0010】この結果得られた各種の被覆超硬工具について、その硬質被覆層表面を、

ステップ角度：0.04度、

計数時間：0.05秒、  
管電流：300mA、  
受光スリット：0.2mm、  
測定角度（ $2\theta$ ）：20~80度、

の条件でX線回折し、このX線回折で得られたX線回折パターンにおける42.5~44.5度の範囲内の回折角（ $2\theta$ ）に現れる回折ピークを観察し、回折ピークの回折角（ $2\theta$ ）を測定した。この結果を表4、5に示した。

【0011】つぎに、この結果得られた本発明被覆超硬工具1~18および従来被覆超硬工具1~18について、

被削材：JIS・SCM440の角材、

管電圧：40KV、  
発散スリット：1度、  
散乱スリット：1度、

切削速度：300m/min、  
切込み：2mm、  
送り：0.3mm/刃、  
切削時間：10分、

の条件での合金鋼の乾式断続切削（フライス切削）試験を行ない、切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。これらの測定結果を表4、5に示した。

【0012】

【表1】

種別	配 合 組 成 (重量%)										
	C	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	TiN	TaN	WC	
超硬基体	1	10.5	8	-	-	8	1.5	-	-	-	残
	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	残
	3	5.7	-	-	-	1.5	0.5	-	-	-	残
	4	5.7	-	-	-	-	-	1	-	-	残
	5	8.5	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	残
	6	9	-	-	-	2.5	1	-	-	-	残
	7	9	8.5	-	-	8	3	-	-	-	残
	8	11	8	-	-	4.5	-	-	1.5	-	残
	9	12.5	2	-	-	-	-	-	1	2	残
	10	14	-	-	0.2	-	-	0.8	-	-	残

【0013】

【表2】

種別		基体 記号	硬質被覆層								
			第1層				第2層				
			組成(原子比)				平均層厚 (μm)	組成(原子比)			
Ti	A <sub>1</sub>	C	N	Ti	A <sub>1</sub>	C		N			
本 免 明 被 超 硬 工 具	1	1	0.25	0.75	-	1.00	19.5	-	-	-	-
	2	2	0.50	0.50	-	1.00	7.2	-	-	-	-
	3	3	0.45	0.55	-	1.00	6.5	-	-	-	-
	4	4	0.50	0.50	-	1.00	3.2	-	-	-	-
	5	5	0.55	0.45	-	1.00	9.3	-	-	-	-
	6	6	0.35	0.65	0.20	0.80	8.3	-	-	-	-
	7	7	0.40	0.60	0.50	0.50	6.5	-	-	-	-
	8	8	0.50	0.50	0.45	0.55	14.5	-	-	-	-
	9	9	0.55	0.45	0.05	0.95	2.4	-	-	-	-

【0014】

【表3】

種別		基体 記号	硬質被覆層								
			第1層				第2層				
			組成(原子比)				平均層厚 (μm)	組成(原子比)			
Ti	A <sub>1</sub>	C	N	Ti	A <sub>1</sub>	C		N			
本 免 明 被 超 硬 工 具	10	10	0.30	0.70	0.10	0.90	7.6	-	-	-	-
	11	1	0.40	0.60	-	1.00	9.3	0.50	0.50	-	1.00 9.3
	12	2	0.30	0.70	-	1.00	0.6	0.45	0.55	-	1.00 4.6
	13	3	0.55	0.45	-	1.00	6.1	0.50	0.50	0.05	0.95 8.0
	14	4	0.20	0.80	-	1.00	6.6	0.25	0.75	0.15	0.85 0.5
	15	5	0.40	0.60	0.20	0.80	3.2	0.30	0.70	-	1.00 3.4
	16	6	0.35	0.65	0.30	0.70	8.4	0.55	0.45	-	1.00 0.5
	17	7	0.55	0.45	0.25	0.75	1.6	0.40	0.60	0.10	0.90 1.8
	18	8	0.50	0.50	0.15	0.85	2.5	0.50	0.50	0.30	0.70 5.3

【0015】

【表4】

種別	回折角(2θ)(度)			逃げ面 厚耗幅 (m.m)	
	左ピーク	主ピーク	右ピーク		
本 発 明 被 理 超 硬 工 具	1	42.6	43.0	44.1	0.13
	2	42.6	43.3	43.7	0.10
	3	42.8	43.3	43.9	0.09
	4	43.1	43.7	44.2	0.15
	5	43.0	43.6	44.0	0.12
	6	42.8	43.5	43.9	0.13
	7	42.9	44.0	44.5	0.11
	8	43.2	43.8	44.3	0.08
	9	42.5	43.2	43.9	0.10
	10	42.6	43.1	43.7	0.09
	11	43.3	44.0	44.4	0.15
	12	43.0	43.9	44.3	0.14
	13	42.8	43.3	44.0	0.11
	14	42.5	43.0	43.5	0.08
	15	43.0	43.7	44.1	0.15
	16	42.9	43.6	44.4	0.12
	17	42.9	43.5	44.0	0.10
	18	42.6	43.2	43.8	0.09

【0016】

【表5】

種別	回折角(2θ)(度)			逃げ面 厚耗幅 (mm)	
	左ピーク	主ピーク	右ピーク		
従来被覆超硬工具	1	なし	43.9	なし	0.25
	2	なし	43.3	なし	0.29
	3	なし	43.5	なし	0.30
	4	なし	43.7	なし	0.27
	5	なし	43.0	なし	0.33
	6	なし	44.0	なし	0.45
	7	なし	42.8	なし	0.33
	8	なし	43.2	なし	0.30
	9	なし	43.3	なし	0.38
	10	なし	44.1	なし	0.40
	11	なし	43.8	なし	0.45
	12	なし	42.9	なし	0.31
	13	なし	43.3	なし	0.34
	14	なし	43.5	なし	0.35
	15	なし	43.0	なし	0.41
	16	なし	44.0	なし	0.40
	17	なし	43.8	なし	0.38
	18	なし	43.6	なし	0.36

## 【0017】

【発明の効果】表2～5に示される結果から、本発明被覆超硬工具1～18は、いずれも苛酷な条件となる合金鋼の乾式断続切削（フライス切削）試験で、従来被覆超硬工具1～18に比して一段とすぐれた耐摩耗性を發揮することが明らかである。上述のように、この発明の被覆超硬工具は、鋼などの通常の条件での連続切削や断続切削は勿論のこと、断続切削を高速で行っても、すぐれた耐摩耗性を示し、長期に亘っての切削を可能とするも

のであり、切削加工の省力化およびエネルギーに寄与するものである。

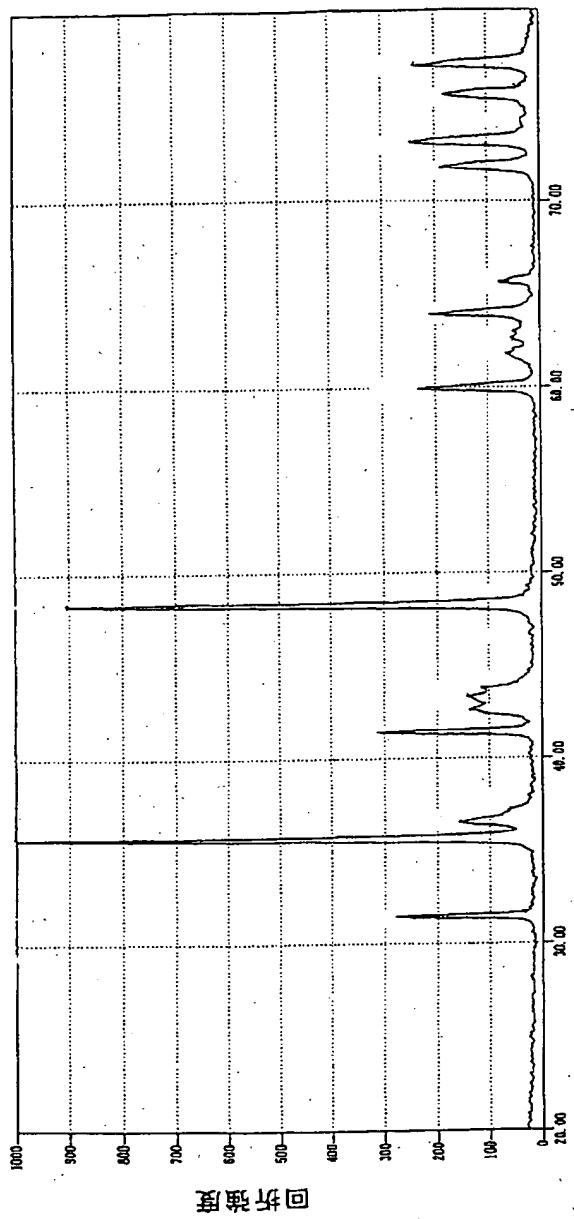
## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明被覆超硬工具2のX線回折パターンを示す図である。

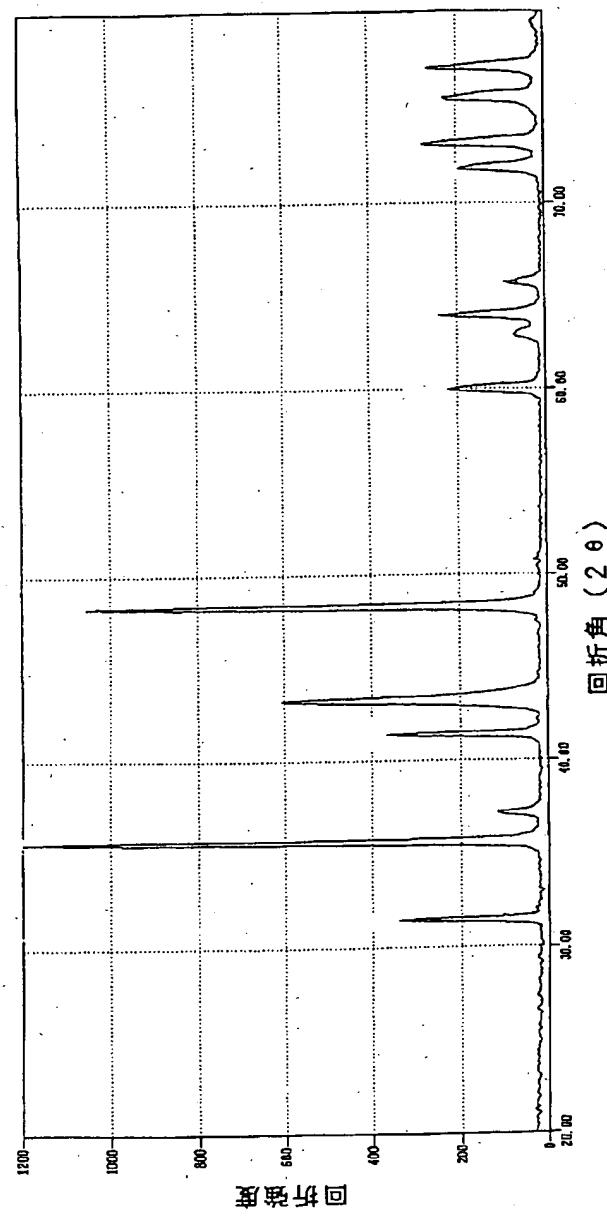
【図2】従来被覆超硬工具2のX線回折パターンを示す図である。

【図3】アーキオンプレーティング装置の概略説明図である。

【図1】



【図2】



【図3】

